

Publication 1 (JP-A-2000-100545)  
 Application No.: H10-268255  
 Date of Application: September 22, 1998  
 Publication No.: JP-A-2000-100545  
 Date of Publication: April 7, 2000  
 Applicant: NGK SPARK PLUG Co., LTD

<Spot translations>

[0015]

[Detailed description of the invention]

The preferred embodiments of the present invention will hereinafter be described with reference to the accompanying drawings. A spark plug with resistor 100, shown in FIG. 1, is an example of the present invention. The spark plug with resistor 100 includes a cylindrical main metal fitting 1, an insulator 2, a center electrode 3, a grounded electrode 4, and the like. The insulator 2 is fitted into the main metal fitting 1 so that a tip section is protruding. The center electrode 3 is provided within the insulator 2 so that a tip section is protruding. The grounded electrode 4 is disposed so that one end is joined with the main metal fitting 1 and the other end side faces the tip of the center electrode 3. In addition, as shown in FIG. 2, a spark portion 32 facing a spark portion 31 of the center electrode is formed in the grounded electrode 4. A space between the spark portion 31 and the opposing spark portion 32 is a spark discharge gap g.

[0023]

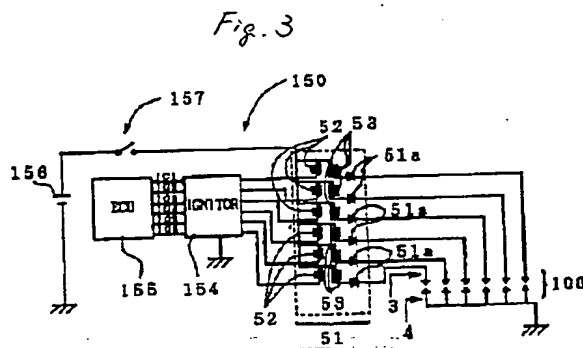
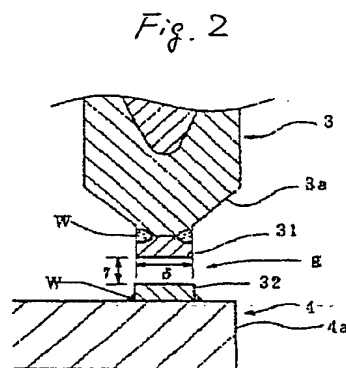
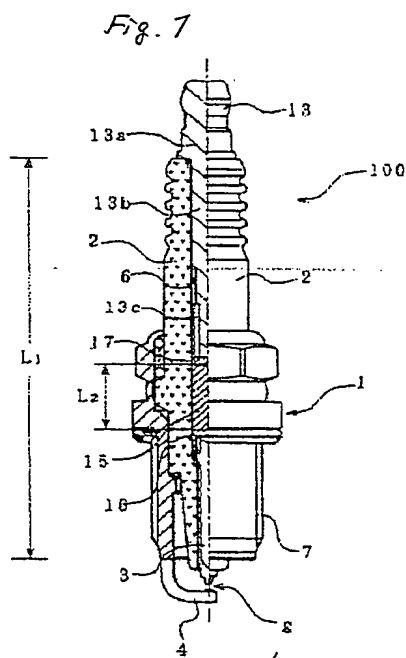
Here, the spark portion 31, namely a tip diameter  $\delta$  of the center electrode 3, is set to be no more than 1.1mm and preferably 0.3mm to 0.8mm. In addition, a width  $\gamma$  of the spark discharge gap g is set to be no more than 1.2mm, preferably 0.3mm to 1.1mm, and more preferably 0.6mm to 0.9mm. The spark plug 100 can also be configured to omit either one of the spark portion 31 and the opposing spark portion 32. In this case, the spark discharge gap g is formed between the spark portion 31 or the opposing spark portion 32 and the grounded electrode 4 or the center electrode 3.

[0028]

FIG. 3 shows an example of an ignition system using the spark plug 100. An ignition system 150 is configured so that individual ignition coils 51 directly apply a voltage to each spark plug 100, without the use of a distributor. In each ignition coil 51, a primary coil 52 that receives power from a battery 156, via an ignition switch 157, is connected to an igniter 154. Another secondary coil 53 is connected to respective spark plugs 100. In this case, the igniter 154 has a contact-less switch section, such as a transistor, corresponding to individual ignition coils 51. The contact-less switch sections individually receive a disconnect command signal from an output port corresponding to a control unit 155 and are driven to perform blocking at a predetermined timing. A diode 51a is provided between each ignition coil 51 and each spark plug 100. The diode 51a prevents re-energizing of the spark plug 100 when the contact-less switch section within the igniter 154 is returned from a blocking state to a conductive state.

[0033]

Next, the spark portion 31 and the spark portion 32 are formed as follows. First, a metal alloy of which 5w% is Pt and the remaining weight percent is Ir is prepared by predetermined amounts of Ir and Pt being combined and melted. Then, the metal alloy is processed into a tip that is a circular plate having a diameter of 0.2mm to 1.6mm and a thickness of 0.6mm. The spark portion 31 and the opposing spark portion 32 of the spark plug 100, shown in FIG. 1 and FIG. 2, are formed using the tip (in other words, the size of the spark portion of the center electrode 3 is adjusted to various values between 0.2mm and 1.6mm). In addition, an initial width  $\delta$  of the spark discharge gap  $g$  is set to various values between 0.4mm to 1.4mm.



【物件名】

刊行物(1)

【添付書類】

12 208

刊行物(1)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-100545

(P2000-100545A)

(43) 公開日 平成12年4月7日(2000.4.7)

(51) Int. Cl.	識別記号	P I	キーワード(参考)
H 0 1 T 13/39		H 0 1 T 13/39	3 G 0 1 9
F 0 2 P 13/00	3 0 3	F 0 2 P 13/00	3 0 3 B 5 G 0 5 9
H 0 1 T 13/20		H 0 1 T 13/20	B
			C

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-288255

(22) 出願日 平成10年9月22日(1998.9.22)

(71) 出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市中瑞穂区高辻町14番18号

(72) 発明者 伊藤 祥一郎

愛知県名古屋市中瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(72) 発明者 松原 佳弘

愛知県名古屋市中瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(74) 代理人 100095751

弁理士 菅原 正倫

Fターム(参考) 3G019 CA00 EC02 KA01 KA23

5G059 AA04 AA06 CC02 DD11 DD27

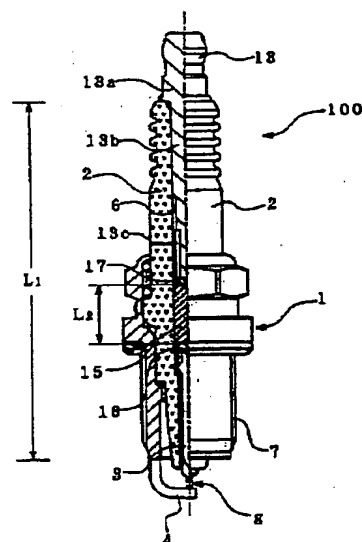
EE11

(54) 【発明の名称】 スパークプラグ及び内蔵機関用点火システム

(57) 【要約】

【課題】 発火部をIr系金属で構成しつつもアーク放電が発生しにくく、ひいては電極消耗が抑制された長寿命となるスパークプラグを提供する。

【解決手段】 Ir系金属で発火部を構成したスパークプラグ100において、抵抗体15の電気抵抗値を調整することにより、中心電極3と端子金具13との間の電気抵抗値を10kΩ以上、望ましくは15kΩ以上に確保する。これにより、コイルユニットによりスパークプラグ100に点火コイルをハイテンションケーブルを介さずに直結する方式を採用した場合においても、比較的電流の小さい形態の放電(グロー放電等)が安定して持続しやすくなり、ひいては高速あるいは高負荷運転時においてもIrの酸化揮発による発火部の消耗が抑えられ、スパークプラグ100を長寿命化することができる。



特開 2000-100545

(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 中心電極と、その中心電極の外側に設けられた絶縁体と、前記絶縁体の外側に設けられた主体金具と、前記中心電極と対向するように配置された接地電極と、それら中心電極と接地電極との少なくとも一方に固着されて火花放電ギャップを形成する発火部とを備え、また、前記絶縁体の軸方向に形成された貫通孔に対し、その一方の端部側に端子金具が固定され、同じく他方の端部側に前記中心電極が固定されるとともに、該貫通孔内において前記端子金具と前記中心電極との間に抵抗体が配置されており、前記発火部が、Ir を 60 重量%以上含有する金属を主体に構成され、かつ前記抵抗体を介した前記端子金具と前記中心電極との間の電気抵抗値が 10 k $\Omega$ 以上確保されていることを特徴とするスパークプラグ。

【請求項 2】 前記端子金具と前記中心電極との間の電気抵抗値が 15 k $\Omega$ 以上確保されている請求項 1 記載のスパークプラグ。

【請求項 3】 前記発火部は前記中心電極の先端部に形成されており、かつ前記中心電極の先端径が 1.1 mm 以下である請求項 1 又は 2 に記載のスパークプラグ。

【請求項 4】 前記中心電極の先端径が 0.3~0.8 mm の範囲に調整されている請求項 3 記載のスパークプラグ。

【請求項 5】 前記火花放電ギャップの間隔が 1.2 mm 以下である請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載のスパークプラグ。

【請求項 6】 前記火花放電ギャップの間隔が 0.8 mm 以下である請求項 5 記載のスパークプラグ。

【請求項 7】 中心電極と、その中心電極の外側に設けられた絶縁体と、前記絶縁体の外側に設けられた主体金具と、前記中心電極と対向するように配置された接地電極と、それら中心電極と接地電極との少なくとも一方に固着されて火花放電ギャップを形成する発火部とを備え、また、前記絶縁体の軸方向に形成された貫通孔に対し、その一方の端部側に端子金具が固定され、同じく他方の端部側に前記中心電極が固定されたスパークプラグと、そのスパークプラグに取り付けられるケーシングと、そのケーシングの内側に收容されるとともに前記スパークプラグの前記端子金具に接続され、該スパークプラグに対して放電用の高電圧を印加する点火コイルとを有するコイルユニットとを備え、

前記スパークプラグの発火部が、Ir を 60 重量%以上含有する金属を主体に構成され、かつ前記点火コイルと前記中心電極との間に、両者の間の電気抵抗値を 10 k $\Omega$ 以上に確保するための抵抗部が設けられたことを特徴とする内燃機関用点火システム。

【請求項 8】 前記抵抗部により、前記点火コイルと前記中心電極との間の抵抗値が 15 k $\Omega$ 以上の値に確保さ

2

れている請求項 7 記載の内燃機関用点火システム。

【請求項 9】 前記スパークプラグは、請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載されたスパークプラグである請求項 7 又は 8 に記載の内燃機関用点火システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は内燃機関用のスパークプラグと、スパークプラグを用いた内燃機関用点火システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 スパークプラグを使用する自動車用内燃機関の点火システムとしては、図 11 に示すような、ディストリビュータを用いた方式が長らく使用されてきた。該システム 249 では、点火コイル 251 は、点火スイッチ 257 を介してバッテリー 256 から受電する一次コイル 252 がイグナイタ 254 に接続される一方、二次コイル 253 がディストリビュータ 250 に接続される。そして、制御ユニット 255 が所定の着火タイミングでイグナイタ 254 に連断指令信号を発すると、イグナイタ 254 は無接点スイッチ部を作動させて一次コイル 252 への通電を連断する。これにより、二次コイル 253 には高圧の誘導電流が発生し、これがディストリビュータ 250 によりハイテンションケーブル C を介して各スパークプラグ 100 に分配される。

【0003】 しかしながら、最近ではディストリビュータ方式は次第に用いられなくなってきており、点火時期制御が容易で接点メンテナンスも不要である、フルトランジスタ型コイルオン方式の点火システム（以下、ディストリビュータを使用しない点火方式という意味で、DLI (Distributor-Less Ignition) 方式と称する）が主流となりつつある。この方式では、各スパークプラグ上に点火コイルが直接取り付けられ、制御ユニットにより所定のタイミングで連断駆動されることとなる。この場合、点火コイルがスパークプラグに直接取り付けられるため、ハイテンションケーブルは不要となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、従来より、スパークプラグの耐火花消耗性を向上させるために、電極の先端に Pt (白金) 合金のチップを溶接して発火部を形成したものが使用されている。しかしながら、白金は高価であり融点も 1768℃程度であって耐火花消耗材料としては十分ではないため、チップ材料として融点が 2454℃程度と高い Ir (イリジウム) を使用する提案がなされている。ところが、発火部を Ir で構成した場合、Ir が 900~1000℃程度の高温域において、揮発性の酸化物を生成することから、比較的消耗しやすい性質を有している。

【0005】 そして、このような Ir 系チップにて発火部を構成したスパークプラグにおいては、前記した点火システム的方式変更が、その発火部の耐久性に少なから

50

(3)

特開2000-100545

3

ぬ影響を及ぼす場合がある。すなわち、スパークプラグの火花放電の形態には、大きく分けてグロー放電とアーク放電との2種類がある。グロー放電は、例えば電源インピーダンスが比較的大きい時に発生する放電形態であり、放電電流がそれほど大きくないので、発火部の昇温・消耗は比較的進みにくい。他方、アーク放電は電源インピーダンスが小さいときに発生することが多く、大電流が流れて発火部の昇温ひいては消耗が進みやすい。従って、発火部の消耗抑制という観点においては、グロー放電が主体となる環境が望ましいと言える。

【0006】そして、ディストリビュータ方式では、接点ギャップやハイテンションケーブルに由来する電気抵抗により電源インピーダンスは大きく、放電形態はグロー放電を主体としたものになりやすい。しかしながら、DLI方式では接点ギャップやケーブルの抵抗が存在しないため電源インピーダンスが小さく、電極に使用される材質によっては火花放電でのグロー/アークの放電遷移比率が増し、電極消耗が生じやすくなることもある。そして、本発明者らが検討したところによると、Ir系の発火部の場合、グロー/アークの放電遷移比率が特に高く、酸化揮発により消耗が進みやすいくとも相俟って、スパークプラグが特に短寿命化しやすくなることわかった。

【0007】本発明の課題は、発火部をIr系金属で構成しつつもアーク放電が発生しにくく、ひいては電極消耗が抑制された長寿命となるスパークプラグと、該スパークプラグを用いた内燃機関用点火システムとを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段及び作用・効果】上記課題を解決するために、本発明のスパークプラグは、中心電極と、その中心電極の外側に設けられた絶縁体と、絶縁体の外側に設けられた主体金具と、中心電極と対向するように配置された接地電極と、それら中心電極と接地電極との少なくとも一方に固着されて火花放電ギャップを形成する発火部とを備え、また、絶縁体の軸方向に形成された貫通孔に対し、その一方の端部側に端子金具が固定され、同じく他方の端部側に中心電極が固定されるとともに、該貫通孔内において端子金具と中心電極との間に抵抗体が配置されており、発火部が、Irを60重量%以上含有する金属を主体に構成され、かつ抵抗体を介した端子金具と中心電極との間の電気抵抗値が10kΩ以上確保されていることを特徴とする。

【0009】また、本発明の内燃機関用点火システムは、中心電極と、その中心電極の外側に設けられた絶縁体と、絶縁体の外側に設けられた主体金具と、中心電極と対向するように配置された接地電極と、それら中心電極と接地電極との少なくとも一方に固着されて火花放電ギャップを形成する発火部とを備え、また、絶縁体の軸方向に形成された貫通孔に対し、その一方の端部側に端

4

子金具が固定され、同じく他方の端部側に中心電極が固定されたスパークプラグと、そのスパークプラグに取り付けられるケーシングと、そのケーシングの内側に収容されるとともにスパークプラグの端子金具に接続され、該スパークプラグに対して放電用の高電圧を印加する点火コイルとを有するコイルユニットを備え、スパークプラグの発火部が、Irを60重量%以上含有する金属を主体に構成され、かつ点火コイルと中心電極との間に、両者の間の電気抵抗値を10kΩ以上に確保するための抵抗部が設けられたことを特徴とする。

10

【0010】発火部をIr系の金属で構成する場合、その金属成分の60重量%以上をIrで構成しなければ、発火部の高融点化による耐火花消耗性の向上は十分に期待することはできない。しかしながら、コイルユニットによりスパークプラグに点火コイルをハイテンションケーブルを介さずに直結する方式、すなわちDLI方式を点火システムとして採用する場合、発火部のIr含有量が高くなると、前述の通りアーク放電等の大電流放電への遷移が起こりやすくなり、昇温によるIr成分の酸化揮発に起因した発火部の消耗が生じやすくなる。

20

【0011】しかしながら、本発明者らが鋭意検討した結果、上記のようなIr系金属で発火部を構成したスパークプラグ（以下、Ir系プラグともいう）においては、点火コイルと中心電極との間の電気抵抗値（すなわち電源インピーダンスに相当する）を10kΩ以上に確保することで、DLI方式においても比較的電流の小さい形態の放電（グロー放電等）が安定して持続しやすくなることを見出し、本発明を完成するに至ったのである。これにより、DLI方式の点火システムに上記Ir系プラグを適用した場合に、アーク放電等の大電流放電への遷移が起こりにくくなり、ひいては高速度あるいは高負荷運転時においてもIrの酸化揮発による発火部の消耗が抑えられ、スパークプラグを長寿命化することができる。なお、点火コイルと中心電極との間の電気抵抗値は、より望ましくは15kΩ以上確保されているのがよい。他方、電気抵抗値が100kΩを超えると着火性の低下を招くことがあり、注意が必要である。

30

【0012】点火コイルと中心電極との間で10kΩ以上の電気抵抗値を確保するためには、スパークプラグに組み込まれた電波ノイズ低減用の抵抗体を利用することができる。この場合、抵抗体の電気抵抗値を高くして、端子金具と中心電極との間で10kΩ以上（望ましくは15kΩ以上）の電気抵抗値が確保されるように、スパークプラグを構成することができる。他方、安価な普及型スパークプラグのように、抵抗体が組み込まれない場合には、コイルユニット側に設けた抵抗器等の抵抗部により、上記範囲の電気抵抗値が確保されるようにしてもよい。

40

【0013】スパークプラグは、中心電極の先端部の軸断面径を小さくするほど中心電極先端部体積が減少し

50

(4)

特開 2000-100545

6

て、着火により生じた炎の熱を奪いにくくなり着火性が向上する。そして、本発明のスパークプラグあるいは点火システムにおいて、上記 Ir 系金属で構成された発火部を中心電極の先端部に形成する場合、該中心電極の先端径は 1.1 mm 以下の範囲で調整するのがよい。すなわち、先端径を 1.1 mm 以下とすることで、先端細径化による着火性向上の効果を顕著に享受できる。なお、該先端径は望ましくは 0.3~0.8 mm の範囲で調整するのがよい。先端径を 0.8 mm 以下とすることで、着火性向上の効果がさらに顕著となる。他方、先端径が 0.3 mm 未満になると火花の集中により発火部が昇温しやすくなり、Ir の酸化揮発による発火部の消耗が進みやすくなる場合がある。

【0014】また、スパークプラグは一般に、絶縁体の外側が主体金具により覆われているが、燃りや燃料のカブリ等により絶縁体表面が汚損されると、金具内面と絶縁体外面との間で火花が飛んで、ギャップでの正常な放電が阻害される不具合が生ずる場合がある。この場合、火花放電ギャップの間隔をなるべく小さくすることが、汚損発生時に正常なギャップ放電を確保する上で有効である。この場合、スパークプラグの耐汚損性を確保するために、その火花放電ギャップの大きさを 1.2 mm 以下、望ましくは 0.8 mm 以下とするのがよい。また、ギャップ短絡を防止する観点から、火花放電ギャップの大きさは 0.3 mm 以上に設定するのがよい。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明のいくつかの実施の形態を図面を用いて説明する。図 1 に示す本発明の一例たる抵抗体入りスパークプラグ 100 は、筒状の主体金具 1、先端部が突出するようにその主体金具 1 内に嵌め込まれた絶縁体 2、先端部を突出させた状態で絶縁体 2 の内側に設けられた中心電極 3、及び主体金具 1 に一端が結合され、他端側が中心電極 3 の先端と対向するように配置された接地電極 4 等を備えている。また、図 2 に示すように、接地電極 4 には中心電極の発火部 31 に対向する発火部 32 が形成されており、それら発火部 31 と、対向する発火部 32 との間の隙間が火花放電ギャップとされている。

【0016】絶縁体 2 は、例えばアルミナあるいは窒化アルミニウム等のセラミック焼結体により構成されている。また、主体金具 1 は、低炭素鋼等で形成されており、スパークプラグ 100 のハウジングを構成するとともに、その外周面には、プラグ 100 を図示しないエンジンブロックに取り付けるためのねじ部 7 が形成されている。なお、ねじ部 7 の呼びは、例えば M14S である。また、中心電極 3 を突出させている側の主体金具 1 の開口端から、絶縁体 2 の後端端位置までの長さ L1 は、例えば 58.5 mm である。

【0017】次に、中心電極 3 及び接地電極 4 の本体部 3a 及び 4a (図 2) は Ni 合金 (例えばインコネル

(Inconel: 商標名)) で構成されている。一方、上記発火部 31 及び対向する発火部 32 は、金属成分が Ir を 60 重量%以上含有する金属を主体に構成される。

【0018】図 2 に示すように、中心電極 3 の本体部 3a は先端側が細径されるとともにその先端面が平坦に構成され、ここに上記発火部 31 を構成する合金組成からなる円板状のチップを重ね合わせ、さらにその接合面外縁部に沿ってレーザー溶接、電子ビーム溶接、抵抗溶接等により溶接部 W を形成してこれを固着することにより発火部 31 が形成される。また、対向する発火部 32 は、発火部 31 に対応する位置において接地電極 4 にチップを位置合わせし、その接合面外縁部に沿って同様に溶接部 W を形成してこれを固着することにより形成される。なお、これらチップは、例えば表記組成となるように各合金成分を配合・溶解することにより得られる溶融材、又は合金粉末あるいは所定比率で配合された金属単体成分粉末を成形・焼結することにより得られる焼結材により構成することができる。

【0019】上記チップを構成する合金としては、例えば次のようなものを使用できる。

(1) Ir を主体として Rh を 3~50 重量% (ただし 50 重量%は含まない) の範囲で含有する合金を使用する。該合金の使用により、高温での Ir 成分の酸化・揮発による発火部の消耗が効果的に抑制され、ひいては耐久性に優れたスパークプラグが実現される。

【0020】上記合金中の Rh の含有量が 3 重量%未満になると Ir の酸化・揮発の抑制効果が不十分となり、発火部が消耗しやすくなるためプラグの耐久性が低下する。一方、Rh の含有量が 50 重量%以上になると合金の融点が低下し、プラグの耐久性が同様に低下する。以上のことから、Rh の含有量は前述の範囲で調整するのがよく、望ましくは 7~30 重量%、より望ましくは 15~25 重量%、最も望ましくは 18~22 重量%の範囲で調整するのがよい。

【0021】(2) Ir を主体として Pt を 1~20 重量%の範囲で含有する合金を使用する。該合金の使用により、高温での Ir 成分の酸化・揮発による発火部の消耗が効果的に抑制され、ひいては耐久性に優れたスパークプラグが実現される。なお、上記合金中の Pt の含有量が 1 重量%未満になると Ir の酸化・揮発の抑制効果が不十分となり、発火部が消耗しやすくなるためプラグの耐久性が低下する。一方、Pt の含有量が 20 重量%以上になると合金の融点が低下し、プラグの耐久性が同様に低下する。

【0022】チップ (発火部) を構成する材料には、元素周期律表の 3A 族 (いわゆる希土類元素) 及び 4A 族 (Ti, Zr, Hf) に属する金属元素の酸化物 (複合酸化物を含む) を 0.1~15 重量%の範囲内で含有させることができる。これにより、Ir 成分の酸化・揮発による消耗がさらに効果的に抑制される。この場合、該

(5)

特開2000-100545

7

酸化物の配合によりIr成分の酸化揮発を抑制できることから、チップを構成する金属部は、上記(1)あるいは(2)のようなIr合金の他、Ir単体金属で構成することもできる。なお、上記酸化物の含有量が0.1重量%未満になると、当該酸化物添加によるIrの酸化・揮発防止効果が十分に得られなくなる。一方、酸化物の含有量が15重量%を超えると、チップの耐熱衝撃性が低下し、例えばチップを電極に溶接等により固着する際に、ひびわれ等の不具合を生ずることがある。なお、上記酸化物としては、 $Y_2O_3$ が好適に使用されるが、このほかにも $La_2O_3$ 、 $ThO_2$ 、 $ZrO_2$ 等を好ましく使用することができる。

【0023】ここで、発火部31、すなわち中心電極3の先端径は1.1mm以下、望ましくは0.3~0.8mmに設定される。また、火花放電ギャップgの大きさは、1.2mm以下、望ましくは0.3~1.1mm、さらに望ましくは0.6~0.9mmに設定される。なお、発火部31及び対向する発火部32は、いずれか一方を省略する構成としてもよい。この場合には、発火部31又は対向する発火部32及び接地電極4又は中心電極3との間で火花放電ギャップgが形成される。

【0024】図1に戻り、上記スパークプラグ100においては、絶縁体2の軸方向には貫通孔6が形成されており、その一方の端部側に端子金具13が挿入・固定され、同じく他方の端部側に中心電極3が挿入・固定されている。また、該貫通孔6内において端子金具13と中心電極3との間に抵抗体15が配置されている。この抵抗体15の両端部は、導電性ガラスシール層16、17を介して中心電極3と端子金具13とにそれぞれ電気的に接続されている。

【0025】端子金具13は低炭素鋼等で構成され、表面には防食のためのNiメッキ層(層厚:例えば5 $\mu$ m)が形成されている。そして、該端子金具13は、シール部13c(先端部)と、絶縁体2の後端縁より突出する端子部13aと、端子部13aとシール部13cとを接続する棒状部13bとを有する。シール部13cは軸方向に長い円筒状に形成されて、導電性ガラスシール層17中に没入する形で配置され、貫通孔6の内面との間を該シール層17によりシールされる。

【0026】抵抗体15は、ガラス粉末、セラミック粉末、金属粉末(Zn、Sb、Sn、Ag及びNiの1種又は2種以上を主体とするもの)、非金属導電物質粉末(例えば無定形カーボン(カーボンブラック)ないしグラファイト)及び有機バインダ等を所定量配合し、ホットプレス等の公知の手法により焼結して製造されるものである。そして、その組成及び寸法は、端子金具13と中心電極3との間で測定した電気抵抗値が10k $\Omega$ 以上(望ましくは15k $\Omega$ 以上)となるように調整される。

【0027】また、導電性ガラスシール層16、17は、Cu及びFe等の金属成分の1種又は2種以上を主

8

体とする金属粉末を混合したガラスにより構成され、その金属含有量が35~70重量%とされる。なお、該導電性ガラスシール層16、17には、必要に応じてTiO<sub>2</sub>等の半導体性の無機化合物粉末を適量配合することができる。

【0028】図3は、スパークプラグ100を用いた点火システムの一例を示すものである。該点火システム150では、ディストリビュータを使用せず、各スパークプラグ100に対し個別の点火コイル51により直接的に電圧印加するように構成されている。各点火コイル51においては、点火スイッチ157を介してバッテリー156から受電する一次コイル52がイグナイタ154に接続されている。他方二次コイル53は、それぞれスパークプラグ100に接続される。この場合、イグナイタ154は、個々の点火コイル51に対応したトランジスタ等の無接点スイッチ部を有し、それら無接点スイッチ部は制御ユニット155の対応する出力ポートから個別に遮断指令信号を受けて、所定のタイミングで遮断駆動されるようになっている。なお、各点火コイル51とスパークプラグ100との間には、イグナイタ154内の無接点スイッチ部を遮断状態から導通状態に復帰させる際に、スパークプラグ100に再通電することを阻止するためのダイオード51aが設けられている。

【0029】図4に示すように、内燃機関180が多気筒ガソリンエンジンとして構成されている場合、それら各気筒181に点火用のスパークプラグ100が、取付ねじ部7により火花放電ギャップgがそれぞれ燃焼室内に位置するように取り付けられる。そして、各スパークプラグ100に一对一に対応して、コイルユニット50が取り付けられており、それぞれ制御ユニット155に接続されている。コイルユニット50は、スパークプラグ100の後端部に嵌め込まれるケーシング60を有し、その内側に点火コイル51とイグナイタ154とが収容されている。点火コイル51は、図示しないユニット側端子部にてスパークプラグ100の端子金具と電気的に接続される。

【0030】なお、スパークプラグ100は、抵抗体15を省略し、端子金具13と中心電極3とを、例えば単一の導電性ガラスシール層で接合するにしてもよい。また、抵抗体15を設ける場合、これと中心電極3との間の導電性ガラスシール層18を省略してもよい。この場合、点火コイル51とスパークプラグ100の中心電極3との間で10k $\Omega$ 以上(望ましくは15k $\Omega$ 以上)の電気抵抗値が確保されるよう、例えば点火コイル51とユニット側端子部との間に抵抗器を配置しておくとい。

【0031】

【実施例】以下、上記スパークプラグ100ないし点火システム150の効果を確認するために、以下の実験を行った。まず、微粒ガラス粉末(平均粒径80 $\mu$ m)を

10

20

30

40

50

(6)

特願2000-100545

9

30重量部、セラミック粉末としての $ZrO_2$ （平均粒径 $3\mu m$ ）を80重量部、金属粉末としてのAl粉末（平均粒径 $20\sim50\mu m$ ）を1重量部、非金属導電材料粉末としてのカーボンブラックを2~9重量部、及び有機バインダとしてのデキストリンを3重量部配合し、水を溶媒としてボールミルにより湿式混合し、その後これを乾燥して予備素材を調製した。そして、これに粗粒ガラス粉末（平均粒径 $250\mu m$ ）を、上記予備素材100重量部に対して400重量部配合し、抵抗体組成物の原料粉末を得た。なお、ガラス粉末の材質は、 $SiO_2$ を50重量部、 $B_2O_3$ を29重量部、 $Li_2O$ を4重量部、及び $BaO$ を17重量部配合・溶解して得られるホウケイ酸リチウムガラスであり、その軟化温度は $585^\circ C$ であった。

【0032】次いで、この抵抗体組成物粉末を用いてホットプレスにより抵抗体15を形成することで、図1に示す抵抗体入りスパークプラグ100のサンプルを各種作製した。ここで、中心電極3は、材質がNi合金（インコネル600）であり、軸方向長さを $20.7mm$ 、軸断面径を $2.6mm$ とした。また、絶縁体2の貫通孔6の内径（得られる抵抗体15の軸断面径はこれとほぼ同じ値となる）は $4.0mm$ であり、ホットプレス処理の加熱温度は $900^\circ C$ 、加圧力は $100kg/cm^2$ に設定した。また、導電性ガラス粉末として、Cu、F、e、Sn、 $TiO_2$ 等の導電性粉末とホウケイ酸カルシウムガラス粉末との混合物（導電性粉末の含有量が約50重量%）を用いた。得られたスパークプラグにおいて、抵抗体15の長さ $L_2$ は $7.0\sim15.0mm$ である。なお、中心電極3と端子金具13との間の電気抵抗値 $R_k$ は、抵抗体15の長さ $L_2$ と組成調整により $5\sim30k\Omega$ の各種値となるように調整している。

【0033】次に、発火部31及び32は、次のようにして形成した。まず、所定量のIr及びPtを配合・溶解することにより、Ptを5重量%含有し残部Irとなる合金を作製し、これを直径 $0.2\sim1.6mm$ 、厚さ $0.6mm$ の円板状のチップに加工した。そして、このチップを用いて図1及び図2に示すスパークプラグ100の発火部31及び対向する発火部32を形成した（すなわち、中心電極3の発火部の大きさを $0.2\sim1.6mm$ の各種値に調整した）。また、火花放電ギャップgの初期の大きさ $\gamma$ は $0.4\sim1.4mm$ の各種値に設定した。

【0034】そして、上記の各種スパークプラグを、8気筒ガソリンエンジン（排気量 $1998cc$ ）に取り付け、スロットル全開状態、エンジン回転数 $5600rpm$ にて800時間まで連続運転し（中心電極温度約 $780^\circ C$ ）、運転終了後のプラグの火花放電ギャップgの拡大量を測定した。なお、テストに用いた点火システムは

10

図3に示すタイプのものであり、中心電極側が負となる極性にて二次電流ピーク値 $70mA$ 、放電エネルギー $65mJ$ の条件にて点火放電させた。また、放電中の電流及び電圧の波形をオシロスコープにて記録した。さらに、比較のために、図11に示すディストリビュータ方式の点火システムを用いた実験も同様に行った。ただし、点火コイル251と各ハイテンションケーブルCの末端との間の電気抵抗値は $5\sim10k\Omega$ とした。

【0035】まず、図5は、電気抵抗値 $R_k$ の値を $5k\Omega$ と小さく設定し、中心電極の先端径 $\delta$ を $1.0mm$ 、初期火花放電ギャップの大きさ $\gamma$ を $0.5mm$ 、 $0.8mm$ 及び $1.1mm$ のいずれかとして、ギャップ拡大挙動（すなわち電極消耗）を調べた結果を示すグラフである。 $\gamma$ が $0.8mm$ あるいは $1.1mm$ のものは電極消耗が激しく、ギャップ成長が著しいことがわかる。この要因として放電形態の違いが考えられたため、放電波形の観察を行った。図6(a)は $\gamma=0.5mm$ 、同

(b)は $\gamma=0.8mm$ の場合の1放電の波形である。(a)では電流値が比較的安定しており、グロー放電が主体になっていると推測されるのに対し、(b)では、電流値が突然大きくなる挙動が頻りに生じていることがわかる。これは、アーク放電が発生していることを示唆しており、特にグロー放電からアーク放電に移行する瞬間に大きな電流が流れていると推測される。すなわち、(b)では、1放電中におけるグロー/アークの放電遷移頻度が高くなり、瞬間的に大きな電流が流れる機会が多くなって、電極消耗が激しくなったものと考えられる。

【0036】例えば、図6(a)において、グロー放電が起こっていると考えられる領域では、電流変化幅が概ね $5mA$ の範囲に収まりつつ、電流絶対値が放電末期に向けて漸減する、いわばバックグラウンド電流レベルを形成する。そこで、本実施例では、1放電期間を $0.5ms$ 単位に区切って各区間の平均値を算出することにより上記バックグラウンド電流レベルを求め、そのバックグラウンド電流レベルより少なくとも $20mA$ 以上の電流が流れた場合をグロー/アークの放電遷移と判断し、1放電中の発生回数（頻度）をカウントすることにより、その遷移の起こりやすさについての評価を行った。

【0037】図7は、電気抵抗値 $R_k$ を $5k\Omega$ 、 $10k\Omega$ 及び $15k\Omega$ のいずれかとし、中心電極の先端径 $\delta$ を $1.0mm$ とし、初期火花放電ギャップの大きさ $\gamma$ を $0.4\sim1.4mm$ の各種値としたときの、グロー/アークの遷移頻度を測定した結果である（ $\gamma=0.8mm$ 、 $R_k=5k\Omega$ のときの結果を100とした相対値により表示している。また、数値を表1に示す）。

【0038】

【表1】



(7)

特開2000-100545

11

12

火花放電ギャップの大きさ (mm)	遷移回数 (指数)		
	$R_k = 5 \text{ k}\Omega$	$R_k = 10 \text{ k}\Omega$	$R_k = 15 \text{ k}\Omega$
0.4	8	4	3
0.5	33	17	12
0.6	67	33	23
0.7	83	42	29
0.8	100	50	35
0.9	83	42	29
1	67	33	23
1.1	33	17	12
1.2	8	4	3
1.3	0	0	0
1.4	0	0	0

【0039】すなわち、電気抵抗値 $R_k$ を大きくすると遷移回数が少なくなっていることがわかる。他方、電気抵抗値 $10 \text{ k}\Omega$ のものについて、初期火花放電ギャップの大きさ $\gamma$ を $0.8 \sim 1.3 \text{ mm}$ に設定し、その耐汚損性を調べるために、JIS:D1606に規定されたブレデリバリ耐久試験を行った。ここでは、スパークプラグを試験用自動車に取り付け、JISに規定された走行パターンを1サイクルとして、ラフアイドルが発生するまで、あるいはスパークプラグの絶縁抵抗が $1 \text{ M}\Omega$ 以下に低下するまでの耐久サイクル数にて評価を行った。結果を図12に示す。すなわち、 $\gamma$ が $1.2 \text{ mm}$ を\*

\* 超えると耐久サイクル数が減少し、耐汚損性が悪くなっていることがわかる。

20 【0040】次に、図8は初期火花放電ギャップの大きさ $\gamma$ を $0.8 \text{ mm}$ とし、電気抵抗値 $R_k$ を $5 \sim 30 \text{ k}\Omega$ の各種値として、図3のDLI方式の点火システムと、図11のディストリビュータ方式の点火システムのそれぞれについて、同様の評価を行った結果を示すものである(数値を表2に示す)。

【0041】

【表2】

電気抵抗値 ( $\text{k}\Omega$ )	遷移回数 (指数)	
	DIS	DLI
5.00	63.5	100
7.50	45.8	70
10.00	30.6	50
12.50		40
15.00		35
20.00		32
22.50		30
25		28
27.5		26
30		24

【0042】DLI方式の点火システムを使用した場合でも、電気抵抗値 $R_k$ を大きくするに従って遷移頻度は減少し、抵抗値を $10 \text{ k}\Omega$ 以上とすることで、遷移頻度はディストリビュータ(DIS)式のものと同程度に抑制されていることがわかる。なお抵抗値が $20 \text{ k}\Omega$ 以上では遷移頻度の変化率は小さくなっていることもわか

る。

【0043】図9は、初期火花放電ギャップの大きさ $\gamma$ を $1.1 \text{ mm}$ とし、電気抵抗値 $R_k$ を $5 \text{ k}\Omega$ とし、中心電極の先端径 $\delta$ を各種変化させて800時間耐久させたときの、1放電当りの電極の消耗体積を測定した結果である。電極径の細いものほど1放電当りの消耗体積が

50

(8)

特開 2000-100545

13

多くなっている。これは $\delta$ が小さいものほど温度が上が  
りやすく、グロー・アーク遷移による昇温もしやすいた  
めであると考えられる。また、図 10 は初期火花放電ギ  
ャップの大きさ $\gamma$ を 0.5 mm とし、電気抵抗値 $R_k$ を  
5 k $\Omega$ 、10 k $\Omega$  及び 15 k $\Omega$  のいずれかとし、中心電  
極の先端径 $\delta$ を 1.0 mm として 800 時間まで耐久さ  
せたときのギャップ増加挙動の測定結果を示すものであ  
る。電気抵抗値 $R_k$ を 10 k $\Omega$  とすることで電極消耗を  
抑えることができ、15 k $\Omega$  とすることでさらにその効  
果が高められていることがわかる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のスパークプラグの一実施例を示す縦断  
面図。

【図 2】その火花放電ギャップ付近を拡大して示す断面  
図。

【図 3】図 1 のスパークプラグを用いた点火システムの  
一例を示す回路図。

【図 4】図 3 の点火システムのエンジンへの取付態様の  
一例を示す正面模式図。

【図 5】実施例にて行った実験結果を示す第一のグラ  
フ。

【図 6】同じく第二のグラフ。

【図 7】同じく第三のグラフ。

\* 【図 8】同じく第四のグラフ。

【図 9】同じく第五のグラフ。

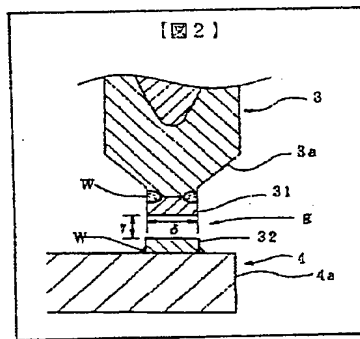
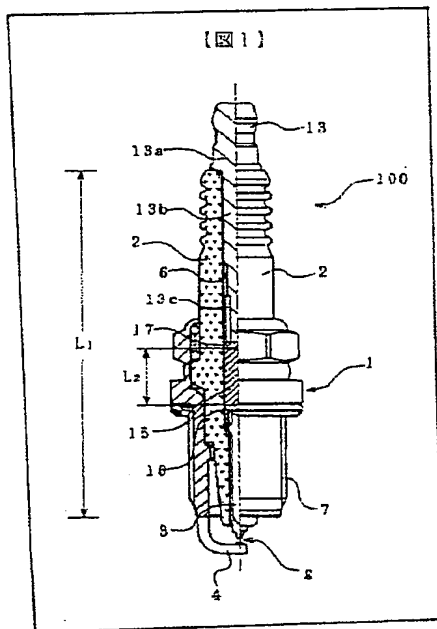
【図 10】同じく第六のグラフ。

【図 11】ディストリビュータ方式による点火システム  
の一例を示す回路図。

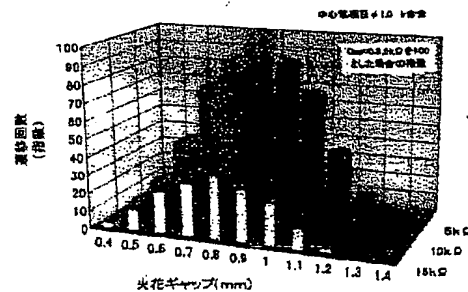
【図 12】実施例にて行った実験結果を示す第七のグラ  
フ。

【符号の説明】

- 1 主体金具
- 2 絶縁体
- 3 中心電極
- 4 接地電極
- 6 貫通孔
- 13 端子金具
- 15 抵抗体
- 31 発火部（チップ）
- 32 対向する発火部（チップ）
- 50 コイルユニット
- 51 点火コイル
- 60 ケーシング
- 100 スパークプラグ
- 150 点火システム
- \*  $\gamma$  火花放電ギャップ

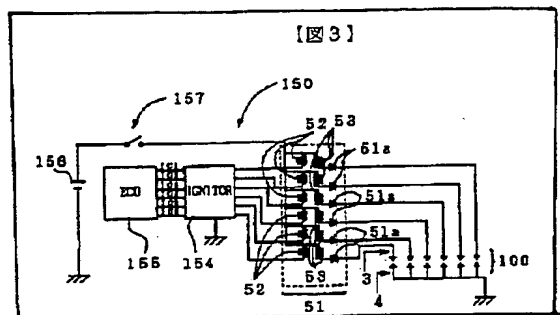


【図 7】

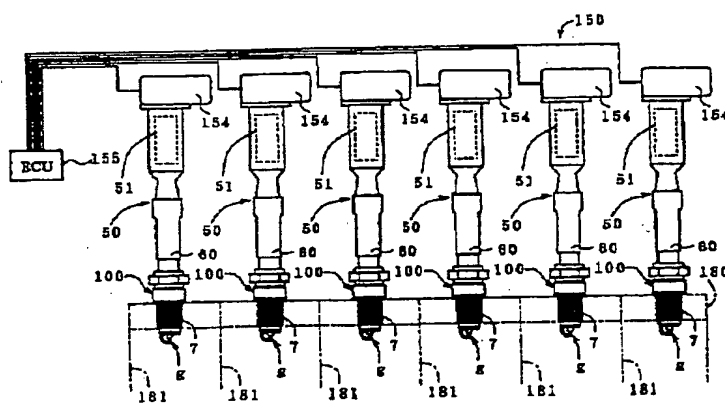


(9)

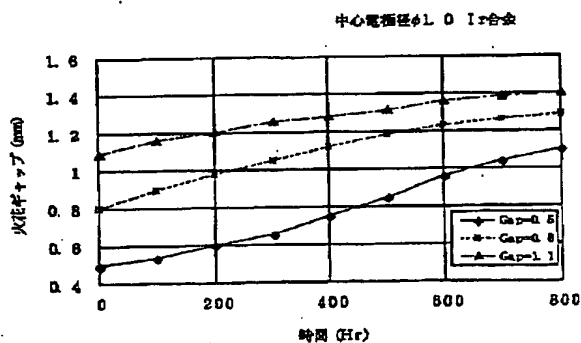
特開2000-100545



【図4】



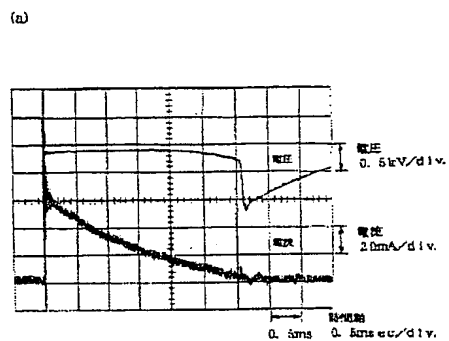
【図5】



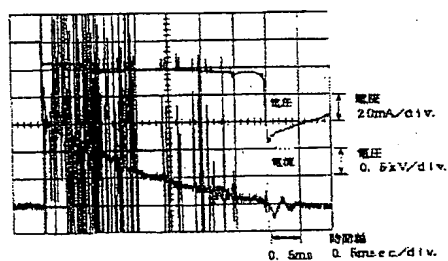
(70)

特開2000-100545

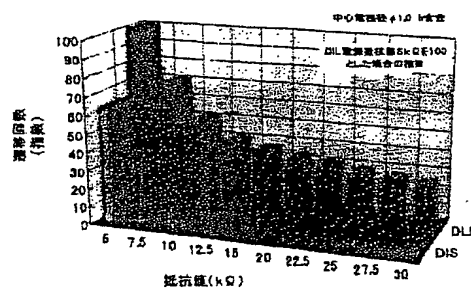
[圖 6]



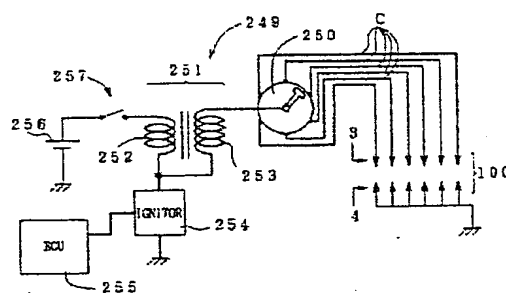
(b)



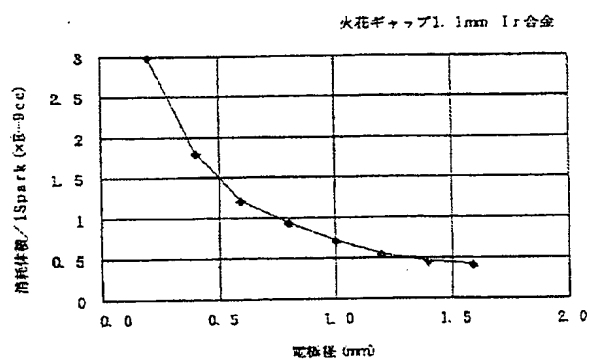
【圖 8】



[圖 11]



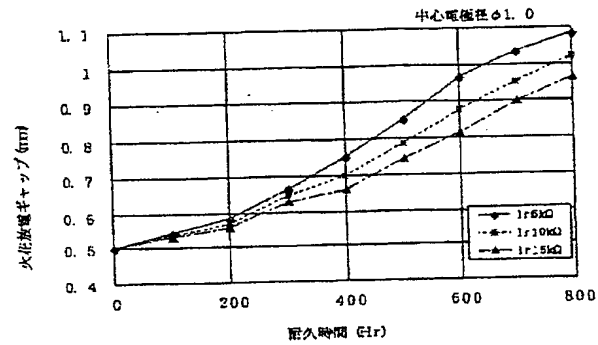
【29】



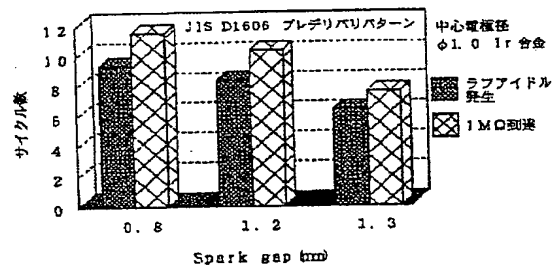
(21)

特開2000-100545

【図10】



【図12】



【手続補正書】

【提出日】平成11年8月17日(1999. 8. 17)

【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図3

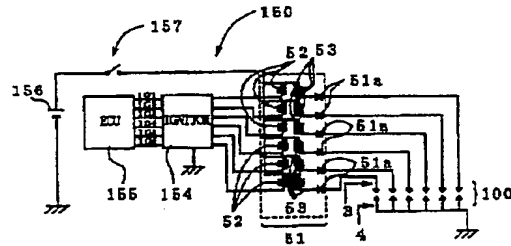
【補正方法】変更

【補正内容】

【図3】

(12)

特開 2000-100545



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年11月30日（1999. 11. 30）

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項1】中心電極と、その中心電極の外側に設けられた絶縁体と、前記絶縁体の外側に設けられた主体金具と、前記中心電極と対向するように配置された接地電極と、それら中心電極と接地電極との少なくとも一方に固着されて火花放電ギャップを形成する発火部とを備え、また、前記絶縁体の軸方向に形成された貫通孔に対し、その一方の端部側に端子金具が固定され、同じく他方の端部側に前記中心電極が固定されるとともに、該貫通孔内において前記端子金具と前記中心電極との間に抵抗体が配置されており、前記発火部が、Irを60重量%以上含有する合金を主体に構成され、かつ前記抵抗体を介した前記端子金具と前記中心電極との間の電気抵抗値が10kΩ以上30kΩ以下の範囲に確保されていることを特徴とするスパークプラグ。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】そして、ディストリビュータ方式では、接点ギャップやハイテンションケーブルに由来する電気抵抗により電圧インピーダンスは大きく、放電形態はグロー放電を主体としたものになりやすい。しかしながら、

DLI方式では接点ギャップやケーブルの抵抗が存在しないため電圧インピーダンスが小さく、電極に使用される材質によっては火花放電でのグロー/アークの放電遷移比率が増し、電極消耗が生じやすくなることもある。そして、本発明者らが検討したところによると、Ir系合金の発火部の場合、グロー/アークの放電遷移比率が特に高く、酸化揮発により消耗が進みやすいくとも相俟って、スパークプラグが特に短寿命化しやすくなることがわかった。

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】本発明の課題は、発火部をIr系合金で構成しつつもアーク放電が発生しにくく、ひいては電極消耗が抑制され長寿命となるスパークプラグと、該スパークプラグを用いた内燃機関用点火システムとを提供することにある。

## 【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】

【課題を解決するための手段及び作用・効果】上記課題を解決するために、本発明のスパークプラグは、中心電極と、その中心電極の外側に設けられた絶縁体と、絶縁体の外側に設けられた主体金具と、中心電極と対向するように配置された接地電極と、それら中心電極と接地電極との少なくとも一方に固着されて火花放電ギャップを

(13)

特開2000-100545

形成する発火部とを備え、また、絶縁体の軸方向に形成された貫通孔に対し、その一方の端部側に端子金具が固定され、同じく他方の端部側に中心電極が固定されるとともに、該貫通孔内において端子金具と中心電極との間に抵抗体が配置されており、発火部が、Irを80重量%以上含有する合金を主体に構成され、かつ抵抗体を介した端子金具と中心電極との間の電気抵抗値が10kΩ以上30kΩ以下の範囲に確保されていることを特徴とする。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】スパークプラグは、中心電極の先端部の軸断面径を小さくするほど中心電極先端部体積が減少して、着火により生じた炎の熱を奪いにくくなり着火性が向上する。そして、本発明のスパークプラグあるいは点火システムにおいて、上記Ir系合金で構成された発火部を中心電極の先端部に形成する場合、該中心電極の先端径は1.1mm以下の範囲で調整するのがよい。すなわち、先端径を1.1mm以下とすることで、先端細径化による着火性向上の効果を顕著に享受できる。なお、該先端径は望ましくは0.3~0.8mmの範囲で調整するのがよい。先端径を0.8mm以下とすることで、着火性向上の効果がさらに顕著となる。他方、先端径が0.3mm未満になると火花の集中により発火部が昇温しやすくなり、Irの酸化揮発による発火部の消耗が進みやすくなる場合がある。

【手続補正6】

\*【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】次に、中心電極3及び接地電極4の本体部3a及び4a(図2)はNi合金(例えばインコネル(Inconel:商標名))で構成されている。一方、上記発火部31及び対向する発火部32は、金属成分がIrを80重量%以上含有する合金を主体に構成される。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正内容】

【0028】抵抗体15は、ガラス粉末、セラミック粉末、金属粉末(Zn、Sb、Sn、Ag及びNiの1種又は2種以上を主体とするもの)、非金属導電物質粉末(例えば無定形カーボン(カーボンブラック)ないしグラファイト)及び有機バインダ等を所定量配合し、ホットプレス等の公知の手法により焼結して製造されるものである。そして、その組成及び寸法は、端子金具13と中心電極3との間で測定した電気抵抗値が10kΩ以上(望ましくは15kΩ以上)30kΩ以下の範囲となるように調整される。

【手続補正8】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図3

【補正方法】変更

【補正内容】

【図3】

